

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-056595

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl. H04N 5/335
G03B 5/00

(21)Application number : 08-208613

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 07.08.1996

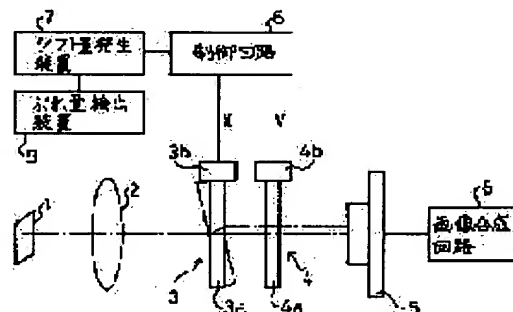
(72)Inventor : OKADA HIDEO
IWAKI TETSUO
OKUDA TORU

(54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct a blurring amount of a device and to obtain a high resolution image.

SOLUTION: An object image which is made incident through an optical system 2 is two-dimensionally shifted to a solid-state image pickup device 5 by an X axis image shift feature 3 and a Y axis image shift feature 4. A plurality of images which are shifted in this manner are synthesized by an image synthesizing circuit 6. At this point, a shift amount generator 7 generates a correction image shift amount, based on the blurring amount of a device and an image shift amount which are detected by a blurring amount detector 9. Then, the features 3 and 4 shift the object image, based on the image shift amount. Thereby, even if blurring is caused on the object image, e.g. when an image pickup device is held in hands, etc., image shift in consideration of the blurring amount is performed and a high resolution image can be acquired without being affected by such blurring.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-56595

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N	5/335		H 0 4 N 5/335	P
G 0 3 B	5/00		G 0 3 B 5/00	G
				J

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平8-208613

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月7日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡田 英生

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 岩木 哲男

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 奥田 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

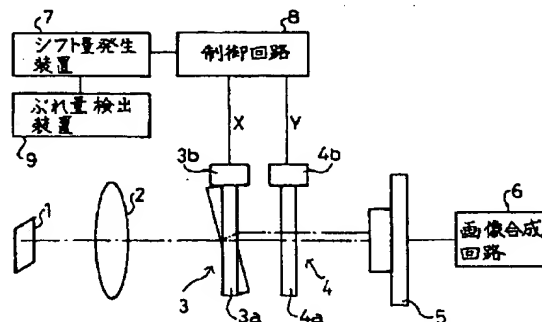
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 装置のぶれ量を補正し、高解像度の画像を得る。

【解決手段】 光学系2を介して入射する被写体画像は、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4によって、固体撮像素子5に対して2次的にシフトされる。このようにしてシフトされた複数の画像は、画像合成回路6によって合成される。このとき、シフト量発生装置7は、ぶれ量検出装置9によって検出された装置のぶれ量とイメージシフト量とに基づいて、補正イメージシフト量を発生する。そして、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4が、上記イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせるようになっている。これにより、例えば撮像装置を手持ちした場合等において被写体画像にぶれが生じて、そのぶれ量を考慮したイメージシフトが行われ、そのようなぶれに影響されない高解像度の画像を得ることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、
 上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に相対シフトさせるイメージシフト機構と、
 上記被写体画像のイメージシフト量を発生するシフト量発生手段と、
 上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、
 上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画
 10 像を合成する画像合成手段と、
 装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段とが設けられ、
 上記シフト量発生手段は、上記イメージシフト量と上記ぶれ量とに基づいて第1補正イメージシフト量を発生し、上記イメージシフト機構が上記第1補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせるようになっていることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】上記シフト量発生手段は、所定の演算によって上記第1補正イメージシフト量を第2補正イメージシフト量と補正量とに分割し、上記イメージシフト機構
 20 が上記第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせる一方、上記画像合成手段が上記補正量に基づいて画像処理を行うようになっていることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の整数部であることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項4】上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト
 30 量の小数部を切り上げた量との差であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量であることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項5】上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部との差であり、上記補正量は上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部であることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項6】光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、
 上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、
 上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、
 装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段と、
 上記ぶれ量と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、
 50

2

上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項7】焦点距離が可変である光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、
 上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、
 上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、
 上記光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、
 上記焦点距離と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、
 上記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられていることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子を用いた撮像装置に関するものであり、特に、高解像度の画像を得るためのイメージシフト機構を備えた撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、画像入力装置の撮像素子として、CCD (Charge Coupled Device) 等の固体撮像素子が広く用いられている。この固体撮像素子の解像度は、一般的に上記固体撮像素子の受光面に形成される画素数によってほぼ決定される。したがって、高い解像度を得るためには、基本的に上記固体撮像素子の画素数を増加させればよい。しかし、現状の技術では、コストやサイズの面で実際に画素数を増加させるには限界があった。

【0003】そこで、例えば特開昭60-54576号公報、特開昭63-284980号公報には、イメージシフト機構を採用した撮像装置について開示されている。これにより、限られた画素数の固体撮像素子を用いて、比較的解像度の高い画像が得られるようになっている。

【0004】上記前者の撮像装置では、図16に示すように、平行平板ガラス101の傾斜角 θ を変化させることによって、被写体からの入射光を微小距離 Δ だけシフ

3

トさせて固体撮像素子に入射させ、それぞれの画像を画像メモリに取り込むようにしている。ちなみに、平行平板ガラス101の厚さを t 、屈折率を n とすれば、平行平板ガラス101の傾斜角 θ とシフト量 Δ との関係は、 $\Delta = t \cdot \sin \theta (1 - 1/n)$ である。

【0005】一方、上記後者の撮像装置では、図17に示すように、被写体200からの光を光学系201、平行平板ガラス202aを介して固体撮像素子203の受光面に入射させ、それぞれの画像を画像形成部204の10画像メモリに取り込むようにしている。なお、上記平行平板ガラス202aは駆動装置202bに固定されており、この駆動装置202bによって上記平行平板ガラス202aが光軸に対して所定角度だけ傾くようになっている。

【0006】上記従来技術においては、このようにして画像メモリに取り込んだ複数の画像を合成し、固体撮像素子の画素数を増加させた場合と等価的に高い解像度を得るようにしている。

【0007】次に、イメージシフトされた2枚の画像20A、Bを画像メモリ上で合成する動作について、図17ないし図20に基づいて説明する。なお、上記両者の従来技術における画像合成動作は基本的に同じであるので、説明の便宜上、ここでは上記後者の従来技術を用いて説明する。

【0008】まず、1枚目の画像Aを画像形成部204の画像メモリ上に記憶する。図18(a)は、このときの画像データの配置を示している。なお、同図中の「A」は画像Aの画像データであることを示し、添数字は各画像データの行列番号を示している。つまり、例えば30A₁₂とは、画像Aにおける1行2列目の画像データであることを示している。

【0009】次に、平行平板ガラス202aを固体撮像素子203の画素配列に対して水平方向に45°かつ垂直方向に45°傾け、固体撮像素子203上の被写体像をイメージシフトさせて2枚目の画像Bを得る。そして、この画像Bを画像形成部204の画像メモリ上に記憶する。図18(b)は、このときの画像データの配置を示している。なお、同図中の「B」は画像Bの画像データであることを示し、添数字は各画像データの行列番号40を示している。つまり、例えばB₂₁とは、画像Bにおける1行2列目の画像データであることを示している。

【0010】ここで、上記2枚の画像A、Bの画像データの位置関係は、図19に示すようになる。同図中、破線は1枚目の画像Aの画像データを示し、実線は2枚目の画像Bの画像データを示している。つまり、画像Bの画像データは、固体撮像素子203のX軸方向、Y軸方向の画素ピッチ P_x 、 P_y の1/2だけ画像Aの画像データに対してずれた配置となっている。なお、ここでは固体撮像素子203の水平方向をX軸方向、垂直方向を50

4

Y軸方向とする。

【0011】そして、画像形成部204は、図20に示すように、2枚の画像A、Bの画像データを合成する。このとき、図中「○」で示す位置は最初空白であるが、例えば周囲の画素からの平均値を算出する等の補間を行うことによって得られる新たな画像データがこの位置に当てはめられることになる。以上のようにして得られる合成画像の解像度は、固体撮像素子203において当初得られる解像度の約2倍となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように、イメージシフト機構を搭載した撮像装置において高解像度の画像を得る場合、上述のようにイメージシフトのために少なくとも時間的に隔たった2枚の画像を入力する必要がある。このとき、イメージシフトされた上記2枚の画像A、Bにおいて、実際にはイメージシフト以外に時間的な要因によるずれが生じる。このずれは、例えば撮像装置を手持ちした場合等に生じる不安定な振動（以下、手ぶれと称する）、被写体200の移動等によって生じるものと考えられる。なお、後者は、イメージシフト機構を搭載した撮像装置だけでなく、撮像装置全てに共通した問題であるのでここでは言及しない。

【0013】したがって、上記従来の構成では、ステルカメラやムービー等の撮像装置を三脚等に固定せずに手持ちした場合、手ぶれによって2枚の画像A、Bにイメージシフト以外のずれが生じ、その結果、イメージシフトを行っても、解像度の高い画像を得ることができないという問題が生ずる。また、このようなずれが大きければ、合成後の画像の解像度の向上を図ること自体が難しく、場合によっては解像度が劣化してしまうという問題が生ずる。

【0014】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、手ぶれによって生じる解像度の劣化を防止することのできる撮像装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記被写体画像のイメージシフト量を発生するシフト量発生手段と、上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を合成する画像合成手段と、装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段とが設けられ、上記シフト量発生手段は、上記イメージシフト量と上記ぶれ量とに基づいて第1補正イメージシフト量を発生し、上記イメージシフト機構が上記第1補正イメージシフト量に基づいて

5

被写体画像をシフトさせるようになっていることを特徴としている。

【0016】上記の構成によれば、光学系を介して入射する被写体画像は、イメージシフト機構によって固体撮像素子に対して2次的に相対シフトされ、上記固体撮像素子で撮像される。そして、このようにシフトされた複数の画像は、画像合成手段によって合成されることになる。このとき、被写体画像のイメージシフト量は、シフト量発生手段によって発生される。また、上記のイメージシフト機構の動作は制御手段によって制御されてい

る。

【0017】このとき、シフト量発生手段は、上記イメージシフト量と上記ぶれ量とに基づいて第1補正イメージシフト量を発生し、上記イメージシフト機構が上記第1補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせるようになっているので、例えば撮像装置を手持ちした場合等において被写体画像にぶれが生じても、そのぶれ量をも考慮したイメージシフトが行われることになる。したがって、上記構成によれば、手持ち等によって装置にぶれが生じても、そのようなぶれに影響されない

高解像度の画像を得ることができる。

【0018】請求項2の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項1の構成において、上記シフト量発生手段は、所定の演算によって上記第1補正イメージシフト量を第2補正イメージシフト量と補正量とに分割し、上記イメージシフト機構が上記第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせる一方、上記画像合成手段が上記補正量に基づいて画像処理を行うようになっていることを特徴としている。

【0019】上記の構成によれば、上記第1補正イメージシフト量は、シフト量発生手段の所定の演算によって第2補正イメージシフト量と補正量とに分割される。このとき、上記イメージシフト機構は、上記第1補正イメージシフト量よりもシフト量の小さい上記第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせることになる。これにより、小型のイメージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができる。

【0020】請求項3の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の整数部であることを特徴としている。

【0021】上記の構成によれば、上記イメージシフト機構は、上記第1補正イメージシフト量の小数部である第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせることになる。これにより、イメージシフトの範囲が当初よりも狭くなるので、小型のイメージシフト機

6

構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができる。

【0022】請求項4の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量との差であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量であることを特徴としている。

【0023】上記の構成によれば、上記イメージシフト機構は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量との差である第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせることになる。これにより、イメージシフトの範囲が当初よりも狭くなるので、小型のイメージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができる。

【0024】請求項5の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部との差であり、上記補正量は上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部であることを特徴としている。

【0025】上記の構成によれば、上記イメージシフト機構は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部との差である第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせることになる。これにより、イメージシフトの範囲が当初よりも狭くなるので、小型のイメージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。

【0026】また、上記構成によれば、上記イメージシフト機構によりイメージシフトする量、すなわち、第2補正イメージシフト量が ± 0.5 画素ピッチ以下となるので、イメージシフトによる変位の絶対量が少なくて済むようになる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構のさらなる小型化を図ることができると共に、イメージシフトのさらなる高速化を図ることができる。

【0027】請求項6の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記

7

イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段と、上記ぶれ量と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられていることを特徴として

【0028】上記の構成によれば、動作判定手段が、ぶれ量検出手段の検出するぶれ量が所定の値よりも大きいと判断した場合、イメージシフトではなく、光学系を介して固体撮像素子で撮像された被写体画像に基づき、画像合成手段によって補間処理が行われ、画像が得られるようになっている。

【0029】一方、動作判定手段が、上記ぶれ量が上記所定の値以下であると判断した場合、光学系を介して入射する被写体画像は、イメージシフト機構によって固体撮像素子に対して所定シフト量だけ2次元的にシフトされ、上記固体撮像素子で撮像される。そして、上記固体撮像素子で撮像された複数の被写体画像が、画像合成手段の画像処理によって合成されるようになっている。このとき、上記のイメージシフト機構の動作は制御手段によって制御されている。

【0030】つまり、上記構成によれば、上記ぶれ量の程度により、画像合成手段の動作が使い分けられることになる。したがって、上記構成によれば、上記ぶれ量に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、上記ぶれ量に応じて高解像度な画像を得ることができる。

【0031】請求項7の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、焦点距離が可変である光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、上記光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、上記焦点距離と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、上記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられていることを特徴としている。

【0032】上記の構成によれば、動作判定手段が、焦点距離検出手段の検出する焦点距離が所定の値よりも大

8

きいと判断した場合、イメージシフトではなく、光学系を介して固体撮像素子で撮像された被写体画像に基づき、画像合成手段によって補間処理が行われ、画像が得られるようになっている。

【0033】一方、動作判定手段が、上記焦点距離が上記所定の値以下であると判断した場合、光学系を介して入射する被写体画像は、イメージシフト機構によって固体撮像素子に対して所定シフト量だけ2次元的にシフトされ、上記固体撮像素子で撮像される。そして、上記固体撮像素子で撮像された複数の被写体画像が、画像合成手段の画像処理によって合成されるようになっている。このとき、上記のイメージシフト機構の動作は制御手段によって制御されている。

【0034】つまり、上記構成によれば、上記焦点距離の大きさにより、画像合成手段の動作が使い分けられることになる。したがって、上記構成によれば、上記焦点距離の程度に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、上記焦点距離の程度に応じて高解像度な画像を得ることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】本発明の実施の一形態について図1ないし図4に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0036】図1は、本実施形態における撮像装置の概略の構成を示している。この撮像装置は、光学系2、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4、固体撮像素子5、画像合成回路6、シフト量発生装置7、制御回路8、およびぶれ量検出装置9を備えている。なお、同図中の一点鎖線は光軸を示している。なお、説明を簡略化するため、本発明に直接関連しないその他の部材（例えば、固体撮像素子5の駆動回路、映像信号を得るための画像処理装置等）については図示およびその説明を省略するが、本発明を制限するものではない。

【0037】光学系2は、被写体1からの入射光を固体撮像素子5上に収束させるためのレンズ群等を含んで構成されている。

【0038】X軸イメージシフト機構3は、透明な平行平板3aと、該平行平板3aを透過する被写体画像からの光が固体撮像素子5に対して所定シフト量だけ水平方向に相対シフトするように、上記平行平板3aを光軸に対して水平方向に所定角度だけ傾ける駆動装置3bとから構成されている。なお、平行平板3aの傾き量は、制御回路8によって制御されている。

【0039】Y軸イメージシフト機構4は、透明な平行平板4aと、該平行平板4aを透過する被写体画像からの光が固体撮像素子5に対して所定シフト量だけ垂直方向に相対シフトするように、上記平行平板4aを光軸に対して垂直方向に所定角度だけ傾ける駆動装置4bとから構成されている。なお、平行平板4aの傾き量は、制

9

御回路8によって制御されている。

【0040】つまり、X軸イメージシフト機構3は、固体撮像素子5の水平方向のイメージシフトを独立して司り、Y軸イメージシフト機構4は、固体撮像素子5の垂直方向のイメージシフトを独立して司っている。なお、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4の詳細な構成は、例えば本願と同一出願人により提案されている特願平8-8628号に詳しく説明されているので、ここではその詳細な説明を省略する。

【0041】固体撮像素子5は、マトリクス状に配置されたCCD (Charge Coupled Device) で構成されている。これにより、固体撮像素子5の受光面には、複数の画素が2次的に配列されることになる。その結果、光学系2にて集光された被写体1の画像は、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4によって所定シフト量だけ2次的にシフトされ、固体撮像素子5で撮像されるようになっている。また、画像合成手段としての画像合成回路6は、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4によってシフトされ、固体撮像素子5にて撮像された複数の画像を合成する機能を有している。

【0042】シフト量発生手段としてのシフト量発生装置7は、制御回路8 (制御手段) の制御対象値となる被写体画像のイメージシフト量 (X_r , Y_r) を発生するものである。なお、上記の X_r , Y_r はそれぞれ、上記被写体画像の水平方向、垂直方向のイメージシフト量を表すものとする。そして、このイメージシフト量 (X_r , Y_r) だけ被写体1の画像がシフトするように、制御回路8はX軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4の動作を制御するようになっている。

【0043】通常の場合、このイメージシフト量 (X_r , Y_r) は、例えば $X_r = 1/2 P_x$, $Y_r = 1/2 P_y$ となるように固定されている。なお、 P_x , P_y はそれぞれ固体撮像素子5のX軸方向 (水平方向)、Y軸方向 (垂直方向) の画素ピッチを示している。

【0044】ぶれ量検出手段としてのぶれ量検出装置9は、撮像装置を手持した場合等に生じる振動等のぶれ量を検出するための装置である。ぶれ量検出装置9によってぶれ量が検出されると、シフト量発生装置7は上記のイメージシフト量 (X_r , Y_r) と上記のぶれ量に基づいて新たな補正イメージシフト量 (X , Y) を演算して発生し、制御回路8に出力するようになっている。なお、上記の補正イメージシフト量 (X , Y) は、請求項1に記載の第1補正イメージシフト量に相当する。

【0045】次に、本実施形態における撮像装置の動作について説明すれば以下の通りである。

【0046】図2 (a) は、イメージシフトによる被写体画像のシフト位置を示しており、図2 (b) は、固体撮像素子5における画像取り込みのタイミングを示している。

10

【0047】まず、制御回路8は、シフト量発生装置7の発生する出力値 (例えば $X_r = 0$, $Y_r = 0$) に応じて駆動装置3b、4bを駆動制御する。すると、光学系2、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4をそれぞれ透過した被写体画像は、同図 (a) で示すAの位置で固体撮像素子5上に撮像され、そこで t_{ia} 期間保持される。そして、上記の被写体画像は、同図 (b) で示した t_a のタイミングで固体撮像素子5上の受光素子部 (図示しない) に蓄積される。その後、上記の被写体画像の画像データが dt の時間をかけて画像合成回路6の画像メモリに読み出される。なお、このようにして画像メモリに読み出された1回目の画像データを、以下画像データAと称する。この画像データAは、例えば図18 (a) に示すようなものである。

【0048】次に、制御回路8は、シフト量発生装置7の発生する出力値 (例えば $X_r = 1/2 P_x$, $Y_r = 1/2 P_y$) に応じて駆動装置3b、4bを駆動制御し、平行平板3a、4aを光軸に対して所定角度だけ傾ける。すると、被写体画像は、同図 (a) で示すBの位置にシフトして固体撮像素子5上に撮像され、そこで t_{ib} 期間保持される。そして、上記の被写体画像は、同図 (b) で示した t_b のタイミングで固体撮像素子5上の受光素子部に蓄積される。その後、上記の被写体画像の画像データが dt の時間をかけて画像合成回路6の画像メモリに読み出される。なお、このようにして画像メモリに読み出された2回目の画像データを、以下画像データBと称する。この画像データBは、例えば図18 (b) に示すようなものである。

【0049】つまり、固体撮像素子5の受光素子部に1回目の画像が形成されてから2回目の画像が形成されるまでに、 dt の時間差が生じることになる。この場合、被写体画像の同図中A位置からB位置への移動時間 (遷移時間) t_{ab} が長ければ、当然 dt は移動時間 t_{ab} に制約を受ける。つまり、 dt は有限である。

【0050】したがって、撮像装置が手ぶれ等によって振動すると、図3に示すように、撮影画像 (本実施形態の場合「A」の文字) にぶれが生じる。つまり、図3においては、 dt 時間の間に、斜線で示した状態から白塗りで示した状態に被写体画像がぶれている。このとき、X軸方向 (水平方向) のぶれ量を dx 、Y軸方向 (垂直方向) のぶれ量を dy とする。

【0051】したがって、補正イメージシフト量 (X , Y) は、当初予定のイメージシフト量 (X_r (例えば $1/2 P_x$), Y_r (例えば $1/2 P_y$)) と、上記のぶれ量 (dx , dy) とを用いて以下の式のように簡単に表される。なお、補正イメージシフト量 (X , Y) の単位は、固体撮像素子5の水平方向、垂直方向のそれぞれの画素ピッチとする。

$$【0052】X = X_r + dx$$

$$Y = Y_r + dy$$

11

したがって、ぶれ量検出装置9がぶれ量(d_x, d_y)を検出すると、シフト量発生装置7が上記の演算を行って新たな補正イメージシフト量(X, Y)を発生し、制御回路8へ出力する。ここで、ぶれ量(d_x, d_y)を考慮した2枚の画像の画像データA、Bの配置を図4に示す。そして、この画像データA、Bを画像合成回路6にて従来と同様のイメージシフトによって合成する。

【0053】上記の構成によれば、シフト量発生装置7が、当初のイメージシフト量(X_r, Y_r)と、ぶれ量検出装置9の検出した装置のぶれ量(d_x, d_y)とに基づいて補正イメージシフト量を演算し、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4がそれぞれ、上記補正イメージシフト量に基づいて被写体画像のイメージシフトを行っている。これにより、例えば撮像装置を手持ちした場合等において被写体画像にぶれが生じても、そのぶれ量を考慮したイメージシフトが行われることになる。したがって、上記構成によれば、手持ち等によって装置にぶれが生じても、そのようなぶれに影響されない高解像度の画像を得ることができる。

【0054】【実施の形態2】本発明の実施の他の一形態について、図5ないし図7に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、本実施形態における撮像装置の全体的な構成は、実施の形態1と全く同様であるのでその説明を省略する。また、本実施形態では、画像合成回路6、シフト量発生装置7（共に図1参照）の動作以外については実施の形態1と全く同様であるので、主に画像合成回路6、シフト量発生装置7の動作について説明する。

【0055】図5は、本実施形態のシフト量発生装置7における動作の流れを示すフローチャートである。まず、ぶれ量検出装置9（図1参照）がぶれ量(d_x, d_y)を検出すると（ステップ1；以下、ステップは単にSと略記する）、シフト量発生装置7は、実施の形態1と同様の演算式によって、補正イメージシフト量(X, Y)を演算する（S2）。

【0056】次に、シフト量発生装置7は以下のような演算を行い、新たな補正イメージシフト量(X', Y')を得る（S3）。なお、上記の補正イメージシフト量(X', Y')は、請求項2に記載の第2補正イメージシフト量に相当する。

【0057】 $X' = X - \text{int}(X)$

$Y' = Y - \text{int}(Y)$

ただし、 $\text{int}(a)$ は、 a に最も近い負側の整数を表すものとする。

【0058】そして、シフト量発生装置7は、上記の補正イメージシフト量(X', Y')を制御回路8（図1参照）に出力する（S4）。

【0059】一方、画像合成回路6（図1参照）は、以下に示す補正量($X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$)に応じて画像データを画像メモリ上で補正する。なお、補正量($X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$)が正の場合は画像データAを補正し、補正量($X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$)が負の場合は画像データBを補正するようにする。

【0060】 $X_{\text{int}} = \text{int}(X)$
 $Y_{\text{int}} = \text{int}(Y)$

つまり、シフト量発生装置7は、補正イメージシフト量(X, Y)の小数部分を制御回路8に出力し、被写体画像をイメージシフトさせる一方、画像合成回路6は、補正イメージシフト量(X, Y)の整数部分の量に対応した補正を画像処理で行うことになる。

【0061】ここで、例えば $X_{\text{int}} = 1, Y_{\text{int}} = 1$ である場合の、画像合成回路6の画像メモリにおける画像データAの配置を図6(a)および図6(b)に示す。なお、図6(a)は、補正前の画像データAの配置を示し、図6(b)は、補正後の画像データAの配置を示している。なお、同図中で付した添数字は各画像データの行列番号を示すものとする。例えば A_{21} は、画像データAにおける1行2列目のデータであることを示している。

【0062】上記のように補正した場合、補正前の画像データ A_{11} の場所に、画像データ A_{22} が補正後配置されている。また、補正前の画像データ A_2 の場所に、画像データ A_{23} が補正後配置されている。つまり、補正後の画像データは、補正前の画像データの各添数字に $X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$ が加算された場所に配置されることになる。

【0063】このようにして補正された画像データAと画像データBとを合成した結果を図7に示す。同図に示すように、この場合、画像データ A_{11}, A_{12} 等が欠如したものとなる。しかし、合成画像の全面素数に比べれば、欠如した量は僅かなものであるため、画像への影響は僅かである。

【0064】上記の構成によれば、上記補正イメージシフト量(X, Y)は、シフト量発生装置7の所定の演算によって補正イメージシフト量(X', Y')と補正量($X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$)とに分割される。本実施形態の場合、補正イメージシフト量(X', Y')は、補正イメージシフト量(X, Y)の小数部分、つまり、1画素ピッチ未満となっている。そして、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4はそれぞれ、補正イメージシフト量(X', Y')に基づいて被写体画像をシフトさせることになる。これにより、イメージシフトの範囲が当初よりも狭くなるので、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4が小型であっても十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができる。

【0065】なお、 $X_{\text{int}}, Y_{\text{int}}$ が負の場合で

13

も、上記のようにして画像データBを補正すればよい。

【0066】〔実施の形態3〕本発明の実施の他の一形態について、図8に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、本実施形態における撮像装置の全体的な構成は、実施の形態1と全く同様であるのでその説明を省略する。また、本実施形態では、画像合成回路6、シフト量発生装置7（共に図1参照）の動作以外については実施の形態1と全く同様であるので、主に画像合成回路6、シフト量発生装置7の動作について説明する。

【0067】図8は、本実施形態のシフト量発生装置7 10における動作の流れを示すフローチャートである。まず、ぶれ量検出装置9（図1参照）がぶれ量（ dx , dy ）を検出すると（S11）、シフト量発生装置7は、実施の形態1と同様の演算式によって、補正イメージシフト量（ X , Y ）を演算する（S12）。

【0068】次に、シフト量発生装置7は以下のような演算を行い、新たな補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を得る（S13）。なお、この補正イメージシフト量（ X' , Y' ）は、請求項2に記載の第2補正イメージシフト量に相当する。

$$【0069】X' = X - \text{fro}(X)$$

$$Y' = Y - \text{fro}(Y)$$

ただし、 $\text{fro}(a)$ は、 a に最も近い正側の整数を表すものとする。

【0070】そして、シフト量発生装置7は、上記の補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を制御回路8（図1参照）に出力する（S14）。

【0071】一方、画像合成回路6（図1参照）は、以下に示す補正量（ X_{fro} , Y_{fro} ）に応じて画像データを画像メモリ上で補正する。なお、補正量（ X_{fro} , Y_{fro} ）が正の場合は画像データAを補正し、補正量（ X_{fro} , Y_{fro} ）が負の場合は画像データBを補正するようにする。

$$【0072】X_{\text{fro}} = \text{fro}(X)$$

$$Y_{\text{fro}} = \text{fro}(Y)$$

つまり、シフト量発生装置7は、上記補正イメージシフト量（ X , Y ）と上記補正イメージシフト量（ X , Y ）の小数部を切り上げた量との差である補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を制御回路8に出力する。このとき、補正イメージシフト量（ X' , Y' ）は勿論、補正 40 イメージシフト量（ X , Y ）よりも小さい、1画素ピッチ未満の値となる。そして、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4が、上記の補正イメージシフト量（ X' , Y' ）に基づき被写体画像をイメージシフトさせる。

【0073】一方、画像合成回路6は、補正イメージシフト量（ X , Y ）の小数部を切り上げた量に対応した補正を画像処理で行うことになる。なお、画像データの補正方法は上述の実施の形態2と同様であるのでその説明を省略する。したがって、以上のような構成としても、 50

14

イメージシフトの範囲が当初よりも狭くなるので、その結果、実施の形態2と同様の効果を得ることができる。

【0074】〔実施の形態4〕本発明の実施の他の一形態について、図9に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、本実施形態における撮像装置の全体的な構成は、実施の形態1と全く同様であるのでその説明を省略する。また、本実施形態では、画像合成回路6、シフト量発生装置7（共に図1参照）の動作以外については実施の形態1と全く同様であるので、主に画像合成回路6、シフト量発生装置7の動作について説明する。

【0075】図9は、本実施形態のシフト量発生装置7 10における動作の流れを示すフローチャートである。まず、ぶれ量検出装置9（図1参照）がぶれ量（ dx , dy ）を検出すると（S21）、シフト量発生装置7は、実施の形態1と同様の演算式によって、補正イメージシフト量（ X , Y ）を演算する（S22）。

【0076】次に、シフト量発生装置7は以下のような演算を行い、新たな補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を得る（S23）。なお、この補正イメージシフト量（ X' , Y' ）は、請求項2に記載の第2補正イメージシフト量に相当する。

$$【0077】X' = X - \text{int}(X + 0.5)$$

$$Y' = Y - \text{int}(Y + 0.5)$$

ただし、 $\text{int}(a)$ は、 a に最も近い負側の整数を表すものとする。

【0078】そして、シフト量発生装置7は、上記の補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を制御回路8（図1参照）に出力する（S24）。

【0079】一方、画像合成回路6（図1参照）は、以下に示す補正量（ X_{int} , Y_{int} ）に応じて画像データを画像メモリ上で補正する。なお、補正量（ X_{int} , Y_{int} ）が正の場合は画像データAを補正し、補正量（ X_{int} , Y_{int} ）が負の場合は画像データBを補正するようにする。

$$【0080】X_{\text{int}} = \text{int}(X + 0.5)$$

$$Y_{\text{int}} = \text{int}(Y + 0.5)$$

つまり、シフト量発生装置7は、上記補正イメージシフト量（ X , Y ）と上記補正イメージシフト量（ X , Y ）に0.5を加算した量の整数部との差である補正イメージシフト量（ X' , Y' ）を制御回路8に出力する。このとき、補正イメージシフト量（ X' , Y' ）は勿論、補正イメージシフト量（ X , Y ）よりも小さい、±0.5画素ピッチ未満の値となる。そして、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4が、上記の補正イメージシフト量（ X' , Y' ）に基づき被写体画像をイメージシフトさせる。

【0081】一方、画像合成回路6は、補正イメージシフト量（ X , Y ）に0.5を加算した量の整数部に対応した補正を画像処理で行うことになる。なお、画像データの補正方法は上述の実施の形態2と同様であるのでそ

15

の説明を省略する。

【0082】したがって、以上のような構成としても実施の形態2と同様の効果を得ることができる。特に本実施形態の場合、被写体画像のシフトする量が±0.5画素ピッチ以下であるため、イメージシフトによる変位の絶対量が実施の形態1、2、3に比べて少なくなる。これにより、X軸イメージシフト機構3、Y軸イメージシフト機構4（共に図1参照）をさらに小型化することができると共に、イメージシフトをさらに高速で行うことができる。

【0083】（実施の形態5）本発明の実施の他の一形態について、図10ないし図13に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施の形態1ないし4で用いた部材と同一の機能を有する部材については同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。

【0084】図10は、本実施形態における撮像装置の概略の構成を示している。この撮像装置は、光学系2、X軸イメージシフト機構3（イメージシフト機構）、Y軸イメージシフト機構4（イメージシフト機構）、固体撮像素子5、画像合成回路6（画像合成手段）、シフト量発生装置7、制御回路8（制御手段）、ぶれ量検出装置9（ぶれ量検出手段）、および動作判定回路10（動作判定手段）を備えている。なお、同図中の一点鎖線は光軸を示している。なお、説明を簡略化するため、本発明に直接関連しないその他の部材（例えば、固体撮像素子5の駆動回路、映像信号を得るための画像処理装置等）については図示およびその説明を省略するが、本発明を制限するものではない。

【0085】また、本実施形態では、画像合成回路6はシフト量発生装置7に接続されていると共に、ぶれ量検出装置9は動作判定回路10を介してシフト量発生装置7および画像合成回路6に接続されている。動作判定回路10は、ぶれ量検出装置9の検出するぶれ量と所定の値とを比較してイメージシフトを行うかどうかの動作を判定し、シフト量発生装置7および画像合成回路6の動作を制御する機能を有している。

【0086】また、画像合成回路6は、上記動作判定回路10が上記ぶれ量が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子5で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定回路10が上記ぶれ量が上記所定の値以下であると判断した場合に、イメージシフトされた複数の画像を画像処理によって合成するようになっている。

【0087】ここで、本実施形態におけるぶれ量検出装置9の詳細な構成について、図11に基づいて説明すれば以下の通りである。

【0088】図11に示すように、ぶれ量検出装置9は、撮像装置のX軸方向の回転角加速度を検出するX軸回転角加速度センサー21と、撮像装置のY軸方向の回

16

転角加速度を検出するY軸回転角加速度センサー22とを有している。なお、上記のX軸、Y軸方向とはそれぞれ、固体撮像素子5の画素配列に対して水平方向、垂直方向を意味している。

【0089】X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22は、積分器23、24にそれぞれ接続されている。積分器23、24は、X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22からの出力をそれぞれ積分して回転角速度を求めるものである。

【0090】また、このぶれ量検出装置9には焦点距離検出装置25が設けられている。焦点距離検出装置25は、光学系2の焦点距離を検出し出力するものである。なお、光学系2が固定焦点である場合、焦点距離検出装置25は焦点距離を検出せず、例えば一定値を出力するようになっている。また、焦点距離検出装置25は、例えば光学系2内のバリエータ、またはコンペンセータに連動したポテンションメータ等で構成されてもよいが、これに限るわけではなく、結果的に、光学系2の焦点距離を検出できるものであればよい。

【0091】この焦点距離検出装置25には、ぶれ量演算部26が接続されている。ぶれ量演算部26は、上記積分器23、24から出力される回転角速度、および焦点距離検出装置25から出力される焦点距離の情報に基づいて、dt時間における固体撮像素子5上での被写体画像のぶれ量を演算する機能を有している。なお、上記dt時間とは、固体撮像素子5上の受光素子部（図示しない）で受光した画像データが、画像合成回路6の画像メモリに読み出されるまでの時間を示している。

【0092】ここで、検出された光学系2の焦点距離をf、X軸方向、Y軸方向の回転角速度をそれぞれ θ_x 、 θ_y 、光学系2の任意の焦点距離 f_0 における、撮像装置の単位回転角速度で発生する固体撮像素子5上での被写体画像の変位をkとすると、以下の演算によってぶれ量(dx, dy)が検出される。

$$\begin{aligned} dx &= k \cdot f / f_0 \cdot \theta_x \cdot dt \\ dy &= k \cdot f / f_0 \cdot \theta_y \cdot dt \end{aligned}$$

なお、本実施形態では、撮像装置のぶれ量検出として、X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22を用いているが、それらのかわりに例えばジャイロスター（村田製作所製）等の角速度センサーを用いてもよい。この場合は当然ながら、積分器23、24は不要となる。

【0094】上記の構成によれば、X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22からの出力（X軸回転角加速度、Y軸回転角加速度）または角速度センサーからの出力（回転角速度）と、焦点距離検出装置25からの出力（焦点距離）とに基づいて、ぶれ量演算部26がぶれ量を演算するので、光学系2の焦点距離に応じて常に適切に固体撮像素子5上のぶれ量を検出す

17

ることができる。

【0095】なお、このようなぶれ量検出において、X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22の応答速度、または積分器23、24の演算速度が遅い場合、リアルタイムでぶれ量を検出することができなくなる。このような場合、上記のようなぶれ量検出を一定期間ごとに行っておき、得られた過去のぶれ量から dt 時間後のぶれ量を予測するようにすればよい。予測の方法としては、例えばぶれ量の時間的な変化を過去のぶれ量から線形予測する、あるいは上記変化に基づいて高次関数から予測する方法がある。なお、撮像装置のぶれ量の帯域は、上記ぶれ量を検出する周期の逆数の周波数に比べて十分低いので、上記のような予測は十分可能となる。

【0096】上記の構成によれば、X軸回転角加速度センサー21、Y軸回転角加速度センサー22からの出力（X軸回転角加速度、Y軸回転角加速度）または角速度センサーからの出力（回転角速度）と、焦点距離検出装置25からの出力（焦点距離）とから演算されるぶれ量に基づいて、所定時間後のぶれ量を予測することができ、センサの応答速度や信号処理に遅延が生じて、補正量演算を行う際の最適なぶれ量を検出することができる。

【0097】次に、ぶれ量検出装置9の他の構成例を図12に示す。同図に示すように、このぶれ量検出装置9は、固体撮像素子5から得られる画像データAを記憶する画像メモリ31と、上記画像データAが得られてから dt 時間経過後に得られる画像データBを記憶する画像メモリ32と、上記画像メモリ31、32間の動きベクトルを演算する動きベクトル演算器33とで構成されている。つまり、ここではぶれ量が動きベクトル量として求められることになる。なお、動きベクトルの演算方法としては、勾配法、代表点マッチング法、オブティカルフロー法等が公知であるので、詳細な説明は省略する。

【0098】また、動きベクトルを演算する際における2つの画像の時差は dt に限られるものではない。以下に示す演算により、任意の時間 dt' における動きベクトル量 dx' 、 dy' から、 dt 時間における動きベクトル量 dx 、 dy を求めるようにしてもよい。

$$dx = dx' \cdot dt / dt' \quad 40$$

$$dy = dy' \cdot dt / dt'$$

このようにぶれ量検出装置9を構成すれば、撮像装置のぶれ量が直接固体撮像素子5上の移動量として求められる。したがって、この場合、光学系2の焦点距離や撮像装置の回転角速度または回転速度等を検出する特別なセンサー等を用いる必要がない。それゆえ、上記構成によれば、装置の低コスト化を図ることができる。また、焦点距離の補正等を行ったりする必要もなくなるので、その手間をも削減することができる。

【0100】なお、このようなぶれ量検出において、動

18

きベクトル演算器33の演算速度が遅い場合、リアルタイムで動きベクトル量、すなわち、ぶれ量を検出することができなくなる。このような場合、上記のようなぶれ量検出を一定期間ごとに行っておき、得られた過去のぶれ量から dt 時間後のぶれ量を予測するようにすればよい。予測の方法としては、例えばぶれ量の時間的な変化を過去のぶれ量から線形予測する、あるいは上記変化に基づいて高次関数から予測する方法がある。なお、撮像装置のぶれ量の帯域は、上記ぶれ量を検出する周期の逆数の周波数に比べて十分低いので、上記のような予測は十分可能となる。

【0101】上記の構成によれば、動きベクトル演算器33から出力される動きベクトル量、すなわち、ぶれ量に基づいて、所定時間後のぶれ量を予測することができるので、信号処理に遅延が生じて、補正量演算を行う際の最適なぶれ量を検出することができる。

【0102】次に、本実施形態における撮像装置の動作について図13に基づいて説明する。なお、本実施形態では、ぶれ量検出装置9、動作判定回路10の動作以外については実施の形態1と全く同様であるので、主にぶれ量検出装置9、動作判定回路10の動作について説明する。

【0103】まず、ぶれ量検出装置9がぶれ量 (dx, dy) を検出すると（S31）、動作判定回路10は、上記のぶれ量 (dx, dy) がシフト量発生装置7の出力するイメージシフト量 (Xr, Yr) の $1/5$ 以下であるかどうかを判断する。

【0104】ここで、例えば $Xr = 1/2 Px$ 、 $Yr = 1/2 Py$ とすれば、動作判定回路10は、結局、上記のぶれ量 (dx, dy) が画素ピッチ Px, Py の $1/10$ 以下であるかどうかを判断することになる（S32）。

【0105】S32にて、ぶれ量 (dx, dy) のいずれかが画素ピッチ Px, Py の $1/10$ よりも大きいと判断した場合、動作判定回路10は、シフト量発生装置7の発生するイメージシフト量 (Xr, Yr) を $Xr = 0$ 、 $Yr = 0$ としてイメージシフトを行わないように制御する（S33）。このとき、シフト量発生装置7の出力値は固定値 $(Xr = 0, Yr = 0)$ のまま保持される。

【0106】そして、画像合成回路6は、被写体画像1枚の画像データに基づき補間を行い、高解像度な画像を合成する（S34）。なお、補間によって高解像度な画像を合成する技術は、例えばキュービックコンボリューション、ニアレストネイバー法などが公知であるので詳細な説明は省略する。

【0107】一方、S32にて、ぶれ量 (dx, dy) のいずれかが画素ピッチ Px, Py の $1/10$ 以下であると判断した場合、動作判定回路10は、シフト量発生装置7の発生するイメージシフト量を $Xr = 1/2 P$

19

x 、 $Y_r = 1/2 P_y$ に設定し(S35)、制御回路8によって従来通りのイメージシフトを行う。そして、画像合成回路6が従来通り2枚の画像を合成することにより、高解像度の画像が得られることになる(S36)。

【0108】なお、S32において、ぶれ量(d_x 、 d_y)との比較をイメージシフト量(X_r 、 Y_r)の $1/5$ とした理由は以下の通りである。つまり、シフト量発生装置7の発生するイメージシフト量(X_r 、 Y_r)を、例えば(0.9 X_r 、0.9 Y_r)、(0.8 X_r 、0.8 Y_r)、・・・のように、本来のイメージシフト量(X_r 、 Y_r)からずらして従来と同様にイメージシフトを行い、画像合成回路6にて合成された画像を主観的に見比べる実験を行った。

【0109】その結果、イメージシフト量(X_r 、 Y_r)の±20%までの変動では、イメージシフト動作によって高解像度の画像が得られており、イメージシフトの効果があることが分かった。したがって、ぶれ量(d_x 、 d_y)との比較基準としてイメージシフト量(X_r 、 Y_r)の $1/5$ を選定した。

【0110】なお、本実施形態では、上記のような実験をもとにイメージシフト量(X_r 、 Y_r)の $1/5$ を選定したのであって、この値が全てのイメージシフト手法に当てはまるわけではない。つまり、上記の値はイメージシフト手法、および固体撮像素子等によって影響を受ける。したがって、それぞれの撮像装置の種類に応じて適宜上記と同様の実験を行い、上記のような値を選定する方がよい。

【0111】上記の構成によれば、手ぶれ等によって撮像装置が振動しても、そのぶれ量の程度により、画像合成回路6の動作が使い分けられることになる。したがって、上記構成によれば、上記ぶれ量に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、上記ぶれ量に応じて高解像度な画像を得ることができる。

【0112】なお、本実施形態では、ぶれ量検出装置9で検出されるぶれ量の程度により、イメージシフトの動作、停止が制御されているが、イメージシフトの動作を行ったまま画像合成回路6を動作させるようにしてもよい。

【0113】〔実施の形態6〕本発明の実施の他の一形態について、図14および図15に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、本実施形態における撮像装置は、実施の形態5で説明した撮像装置の光学系2(図10参照)の代わりに光学系2'を配していると共に、ぶれ量検出装置9(図10参照)を焦点距離検出装置25だけで構成している。なお、説明の便宜上、実施の形態5で用いた部材と同一の機能を有する部材については同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。

【0114】図14は、本実施形態における撮像装置の概略の構成を示している。この撮像装置は、光学系2'、X軸イメージシフト機構3(イメージシフト機

20

構)、Y軸イメージシフト機構4(イメージシフト機構)、固体撮像素子5、画像合成回路6(画像合成手段)、シフト量発生装置7、制御回路8(制御手段)、焦点距離検出装置25(焦点距離検出手段)、および動作判定回路10(動作判定手段)を備えている。なお、同図中の一点鎖線は光軸を示している。なお、説明を簡略化するため、本発明に直接関連しないその他の部材(例えば、固体撮像素子5の駆動回路、映像信号を得るための画像処理装置等)については図示およびその説明を省略するが、本発明を制限するものではない。

【0115】光学系2'は、被写体1からの入射光を固体撮像素子5上に収束させるためのレンズ群等を含んで構成されており、焦点距離が可変であるズーム式となっている。

【0116】焦点距離検出装置25は、光学系2'の焦点距離を検出するものである。そのため、この焦点距離検出装置25は、光学系2'内に設けられているバリエータ、またはコンベンセータに連動したポテンションメータで構成してもよいが、これに限ることはなく、結果的に光学系2'の焦点距離を検出できるものであればよい。

【0117】また、動作判定回路10は、焦点距離検出装置25の検出した焦点距離に基づいて、シフト量発生装置7および画像合成回路6を制御する機能を有している。

【0118】本実施形態の場合、画像合成回路6は、上記動作判定回路10が上記焦点距離が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子5で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定回路10が上記焦点距離が上記所定の値以下であると判断した場合に、イメージシフトされた複数の画像を画像処理によって合成するようになっている。

【0119】次に、本実施形態における撮像装置の動作について図15に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、本実施形態では、動作判定回路10の動作以外については実施の形態5と全く同様であるのでその説明を省略し、主に動作判定回路10の動作について説明する。

【0120】まず、焦点距離検出装置25が光学系2'の焦点距離 f を検出すると(S41)、動作判定回路10は、上記の焦点距離 f が10mm以下であるかどうかを判断する(S42)。

【0121】S42にて、焦点距離 f が10mmを越えていると判断した場合、動作判定回路10は、シフト量発生装置7の発生するイメージシフト量(X_r 、 Y_r)を $X_r=0$ 、 $Y_r=0$ としてイメージシフトを行わないように制御する(S43)。このとき、シフト量発生装置7の出力値は固定値($X_r=0$ 、 $Y_r=0$)のまま保持される。

【0122】そして、画像合成回路6は、被写体画像1

21

枚の画像データに基づき補間を行い、高解像度な画像を合成する(S44)。なお、補間によって高解像度な画像を合成する技術は、例えばキュービックコンボリューション、ニアレストネイバー法などが公知であるので詳細な説明は省略する。

【0123】一方、S42にて、焦点距離 f が10mm以下であると判断した場合、動作判定回路10は、シフト量発生装置7の発生するイメージシフト量を $Xr=1/2Px$ 、 $Yr=1/2Py$ に設定し(S45)、制御回路8によって従来通りのイメージシフトが行われる。10
そして、画像合成回路6が従来通り2枚の画像を合成することにより、高解像度の画像が得られることになる(S46)。

【0124】なお、S42において、焦点距離 f との比較基準を10mmとした理由は以下の実験に基づいている。

【0125】まず、上記のような構成を有する撮像装置を通常のように手持ちして被写体1を撮像し、従来と同様のイメージシフトを行い高解像度な画像を得る。次に、このような動作を光学系2'の各焦点距離ごとに行20う。そして、得られた各合成画像と、上記撮像装置を三脚等に固定して得られた合成画像との比較を行う。その結果、光学系2'の焦点距離が10mm以下であれば、撮像装置を固定した場合と遜色なく高解像度な画像が得られることがわかった。したがって、本実施形態では、イメージシフト動作における焦点距離との比較基準を10mmとした。

【0126】なお、本実施形態では、上記のような実験をもとに焦点距離との比較基準10mmを選定したのであって、この値が全てのイメージシフト手法に当ては30まるわけではない。つまり、上記の値はイメージシフト手法、および固体撮像素子等によって影響を受ける。したがって、それぞれの撮像装置の種類に応じて適宜上記と同様の実験を行い、上記のような値を選定する方がよい。

【0127】上記の構成によれば、手ぶれ等によって撮像装置が振動しても、上記焦点距離の大きさにより、画像合成回路6の動作が使い分けられることになる。したがって、上記構成によれば、上記焦点距離に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、高解像度な画像40を得ることができる。

【0128】

【発明の効果】請求項1の発明に係る撮像装置は、以上のように、光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記被写体画像のイメージシフト量を発生するシフト量発生手段と、上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、上記イメージシフト機50

22

構によってシフトされた複数の画像を合成する画像合成手段と、装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段とが設けられ、上記シフト量発生手段は、上記イメージシフト量と上記ぶれ量とに基づいて第1補正イメージシフト量を発生し、上記イメージシフト機構が上記第1補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせるようになっている構成である。

【0129】それゆえ、例えば撮像装置を手持ちした場合等において被写体画像にぶれが生じて、そのぶれ量を考慮したイメージシフトが行われることになる。したがって、上記構成によれば、手持ち等によって装置にぶれが生じて、そのようなぶれに影響されない高解像度の画像を得ることができるという効果を奏する。

【0130】請求項2の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項1の構成において、上記シフト量発生手段は、所定の演算によって上記第1補正イメージシフト量を第2補正イメージシフト量と補正量とに分割し、上記イメージシフト機構が上記第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせる一方、上記画像合成手段が上記補正量に基づいて画像処理を行うようになっている構成である。

【0131】それゆえ、請求項1の構成による効果に加えて、上記イメージシフト機構は、上記第1補正イメージシフト量よりもシフト量の小さい上記第2補正イメージシフト量に基づいて被写体画像をシフトさせることになるので、小型のイメージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができるという効果を奏する。

【0132】請求項3の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の整数部である構成である。

【0133】それゆえ、イメージシフトの範囲が1画素ピッチ以下となって当初よりも狭くなるので、小型のイメージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができるという効果を奏する。

【0134】請求項4の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量との差であり、上記補正量は、上記第1補正イメージシフト量の小数部を切り上げた量である構成である。

【0135】それゆえ、イメージシフトの範囲が1画素ピッチ以下となって当初よりも狭くなるので、小型のイ

23

メージシフト機構でも十分に対応が可能となり、また、イメージシフト自体も迅速に行われる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構の小型化を図ることができると共に、イメージシフトの高速化を図ることができるという効果を奏する。

【0136】請求項5の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項2の構成において、上記第2補正イメージシフト量は、上記第1補正イメージシフト量と上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部との差であり、上記補正量は上記第1補正イメージシフト量に0.5を加算した量の整数部である構成である。

【0137】それゆえ、上記イメージシフト機構によりイメージシフトする量、すなわち、第2補正イメージシフト量が±0.5画素ピッチ以下となるので、イメージシフトによる変位の絶対量が少なくて済むようになる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト機構のさらなる小型化を図ることができると共に、イメージシフトのさらなる高速化を図ることができるという効果を奏する。

【0138】請求項6の発明に係る撮像装置は、以上のように、光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、装置のぶれ量を検出するぶれ量検出手段と、上記ぶれ量と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記ぶれ量が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられている構成である。

【0139】それゆえ、上記ぶれ量の程度により、画像合成手段の画像処理方法が使い分けられるので、上記ぶれ量に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、上記ぶれ量に応じて高解像度な画像を得ることができるという効果を奏する。

【0140】請求項7の発明に係る撮像装置は、以上のように、焦点距離が可変である光学系を介して入射する被写体画像を、マトリクス状に配置された複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記被写体画像を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定シフト量だけ相対シフトさせるイメージシフト機構と、上記イメージシフト機構の動作を制御する制御手段と、上記光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、上記焦点距離と所定の値とを比較し、イメージシフトを行うかどうかの動作を判定する動作判定手段と、上

24

記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値よりも大きいと判断した場合に、上記固体撮像素子で撮像された画像を補間処理し画像を得る一方、上記動作判定手段が上記焦点距離が上記所定の値以下であると判断した場合に、上記イメージシフト機構によってシフトされた複数の画像を画像処理によって合成する画像合成手段とが設けられている構成である。

【0141】それゆえ、上記焦点距離の大きさにより、画像合成手段の画像処理方法が使い分けられるので、上記焦点距離の程度に応じた最適な画像処理法が選択されることにより、上記焦点距離の程度に応じて高解像度な画像を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の一構成例を示す説明図である。

【図2】(a)は、画像位置がシフトするタイミングを示すタイミングチャートであり、(b)は、画像合成回路の画像メモリが固体撮像素子から画像データを取り込むタイミングを示すタイミングチャートである。

【図3】固体撮像素子上で画像がぶれている様子を示す説明図である。

【図4】装置にぶれが生じた時の固体撮像素子上における2つの画像データの配置を示す説明図である。

【図5】シフト量発生装置における動作の流れを示すフローチャートである。

【図6】(a)は、補正前の画像データの配置を示す説明図であり、(b)は、補正後の画像データの配置を示す説明図である。

【図7】2つの画像データを合成した状態を示す説明図である。

【図8】上記シフト量発生装置における他の動作の流れを示すフローチャートである。

【図9】上記シフト量発生装置における更に他の動作の流れを示すフローチャートである。

【図10】上記撮像装置の他の構成例を示す説明図である。

【図11】ぶれ量検出装置の一構成例を示すブロック図である。

【図12】上記ぶれ量検出装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図13】上記撮像装置に設けられた動作判定回路における動作の流れを示すフローチャートである。

【図14】上記撮像装置の更に他の構成を示す説明図である。

【図15】上記撮像装置に設けられた動作判定回路における動作の流れを示すフローチャートである。

【図16】イメージシフトの原理を表す断面図である。

【図17】従来の撮像装置の一構成例を示す斜視図である。

【図18】(a)は、画像Aの画像データを示す説明図

25

であり、(b)は、画像Bの画像データを示す説明図である。

【図19】上記の2つの画像データのイメージシフト量を示す説明図である。

【図20】上記の2つの画像データを合成した状態を示す説明図である。

【符号の説明】

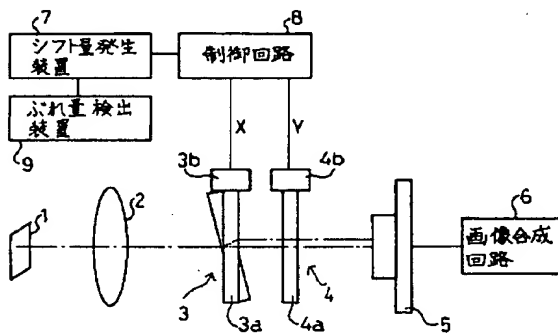
- 1 被写体
2 光学系
2' 光学系

10

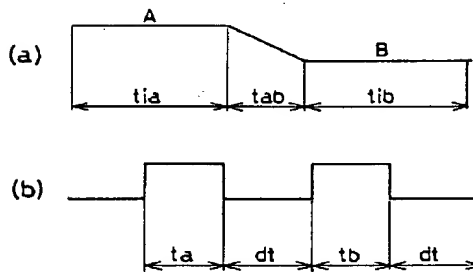
26

- 3 X軸イメージシフト機構（イメージシフト機構）
4 Y軸イメージシフト機構（イメージシフト機構）
5 固体撮像素子
6 画像合成回路（画像合成手段）
7 シフト量発生装置（シフト量発生手段）
8 制御回路（制御手段）
9 ぶれ量検出装置（ぶれ量検出手段）
10 動作判定回路（動作判定手段）
25 焦点距離検出装置（焦点距離検出手段）

【図1】

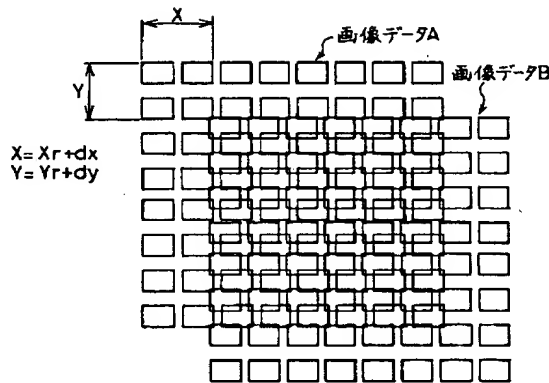
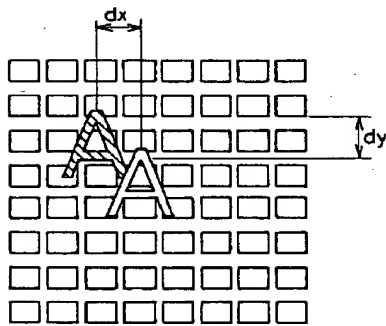


【図2】



【図3】

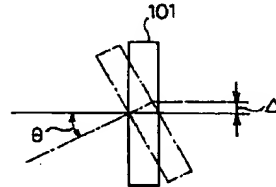
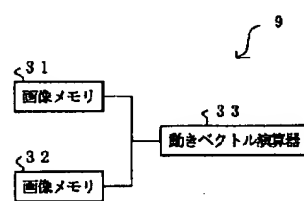
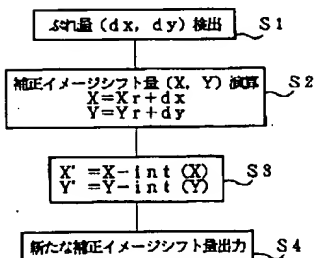
【図4】



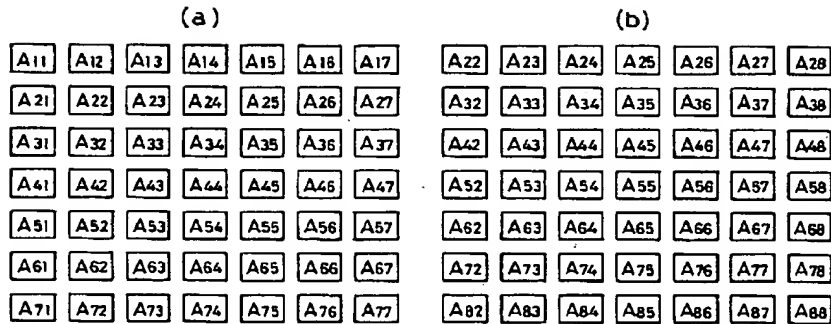
【図5】

【図12】

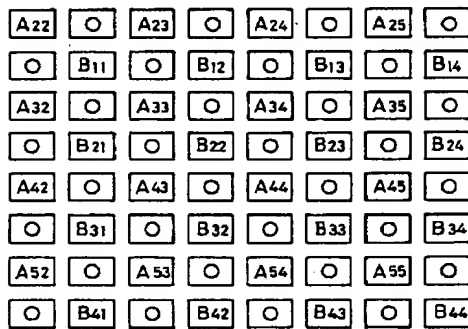
【図16】



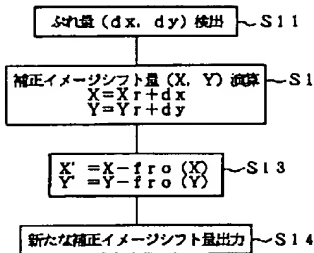
【図6】



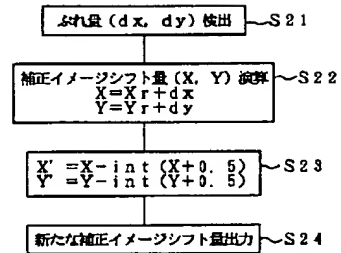
【図7】



【図8】

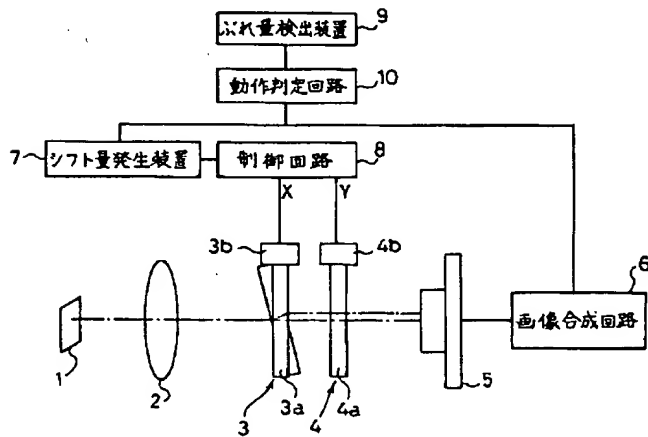


【図9】

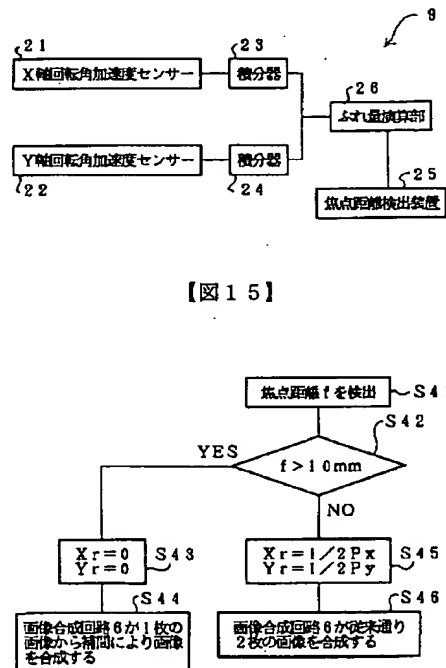


【図11】

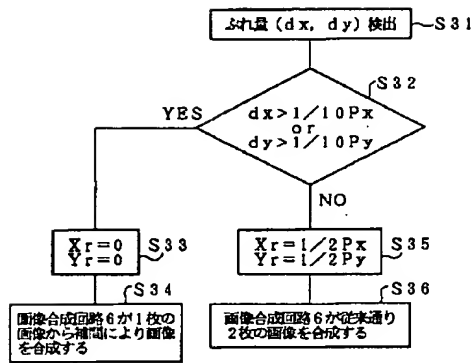
【図10】



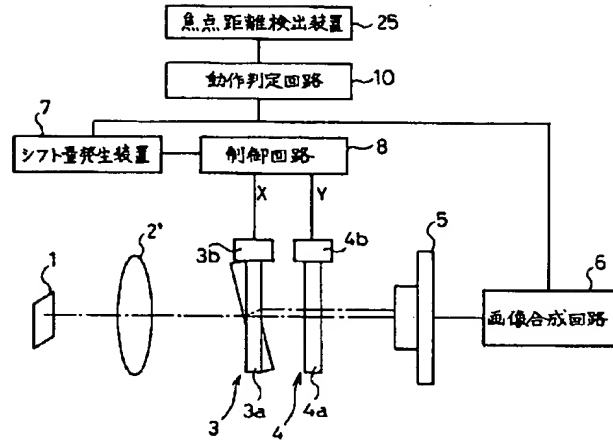
【図15】



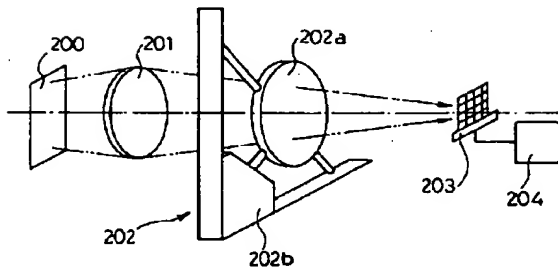
【図13】



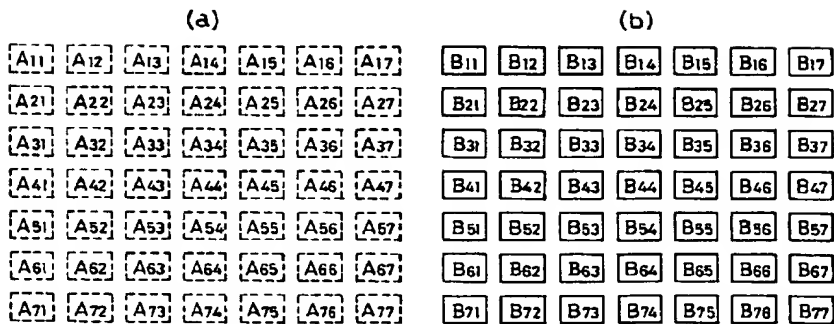
【図14】



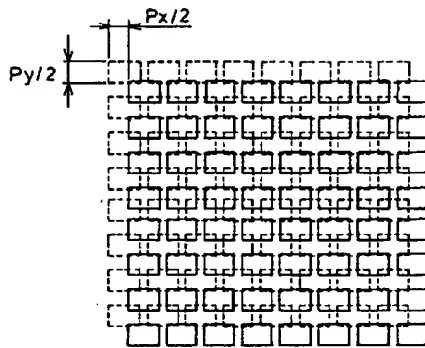
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

A ₁₁	○	A ₁₂	○	A ₁₃	○	A ₁₄	○
○	B ₁₁	○	B ₁₂	○	B ₁₃	○	B ₁₄
A ₂₁	○	A ₂₂	○	A ₂₃	○	A ₂₄	○
○	B ₂₁	○	B ₂₂	○	B ₂₃	○	B ₂₄
A ₃₁	○	A ₃₂	○	A ₃₃	○	A ₃₄	○
○	B ₃₁	○	B ₃₂	○	B ₃₃	○	B ₃₄
A ₄₁	○	A ₄₂	○	A ₄₃	○	A ₄₄	○
○	B ₄₁	○	B ₄₂	○	B ₄₃	○	B ₄₄